



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



## **CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO**

**RONALDO DOS SANTOS MONTEIRO**

AREIA, PB  
FEVEREIRO DE 2017

**RONALDO DOS SANTOS MONTEIRO**

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA EM FUNÇÃO DE  
DOSES DE FÓSFORO**

Trabalho de graduação apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia, do  
Centro de Ciências Agrárias, da Universidade  
Federal da Paraíba, em cumprimento às  
exigências para obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

**Orientador:** Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira

AREIA, PB  
FEVEREIRO DE 2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

M775c Monteiro, Ronaldo dos Santos.

Crescimento inicial de mudas de café arábica em função de doses de fósforo /  
Ronaldo dos Santos Monteiro. - Areia: UFPB/CCA, 2017.  
xi, 23 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências  
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Walter Esfrain Pereira.

1. Café arábica – Adubação fosfatada 2. Cafeeiro – Coffea arábica 3. Mudas de café  
– Qualidade I. Pereira, Walter Esfrain (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.73

**RONALDO DOS SANTOS MONTEIRO**

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA EM FUNÇÃO DE  
DOSES DE FÓSFORO**

APROVADO EM: 15/02/2017

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira

DCFS, CCA, UFPB

Orientador

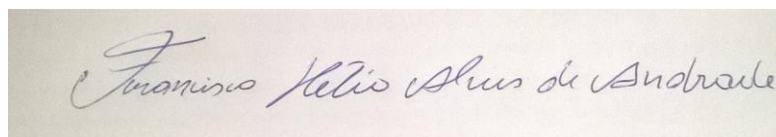


---

Eng. Agr. Rafael Ramos de Moraes

PPGA, CCA, UFPB

Examinador



---

Lic. em Ciências Agrárias Francisco Hélio Alves de Andrade

PPGA, CCA, UFPB

Examinador

AREIA, PB

FEVEREIRO DE 2017

***Dedicatória***

Dedico, em primeiro lugar a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada. Aos meus pais, irmãos, aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constante. Ao professor Walter Esfrain Pereira, por seus ensinamentos, paciência e confiança ao longo das supervisões das minhas atividades.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, primeiramente, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade de realizar o curso.

A todos os professores, por me proporcionarem o conhecimento.

A minha família, pelo apoio e incentivo. A todos os meus amigos e colegas de curso, Jessica Trajano de Souza, Jadson Carlos, Vinicius Evangelista, Altamiro Oliveira de Malta, Jose Marcos Dantas, Daniel da Silva, Rafael Ramos de Moraes, Adeilson Freire. Em especial a Roniery Melo, Thiago Ferreira e Francisco Filho, companheiros de trabalho e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida, com certeza.

*MUITO OBRIGADO!*

MONTEIRO, R. S. **Crescimento inicial de mudas de café arábica em função de doses de fósforo.** Areia, PB, 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Orientador: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira.

## RESUMO

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) é uma cultura de extrema importância na economia brasileira. Uma das maiores preocupações com a implantação da cultura é a qualidade das mudas levadas a campo. Uma das maiores deficiências dos nossos solos refere-se ao nutriente fósforo. Objetivou-se neste experimento avaliar o crescimento inicial de mudas de café arábica em função de doses de fósforo e do tempo. O experimento foi montado com mudas de café em sacos de polietileno, no delineamento inteiramente casualizado considerando o tempo com avaliações mensais durante seis meses e as doses de fósforo (0; 0,3; 0,6 e 0,9 g.dm<sup>-3</sup>). Foi avaliado altura de plantas, diâmetro ao nível do solo, número de folhas, comprimento e largura de folhas, e massa da matéria fresca e seca de raiz e parte aérea. A altura de plantas, diâmetro a nível do solo, número de folhas e matéria fresca da parte aérea apresentaram valor máximo aos 180 dias após transplante, sendo a dose de 0,6 g.dm<sup>-3</sup> a que proporcionou melhores resultados. O comprimento e largura da folha apresentaram um ponto de máximo valor variando entre 125 e 157 dias após o transplante, sendo verificado os maiores valores na dose de 0,6 g.dm<sup>-3</sup>. O comprimento de raiz, massa da matéria fresca da raiz e matéria seca de raiz e parte aérea apresentaram ponto ótimo próximo a dose de 0,6 g.dm<sup>-3</sup>.

**Palavras-chave:** Adubação fosfatada, *Coffea arabica* L., qualidade de muda, tempo

MONTEIRO, R. S **Initial growth of arabica coffee seedlings as a function of phosphorus doses.** Areia – PB, 2016. Completion of course work (Graduation in Agronomy). Advisor: Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira.

### ABSTRACT

The coffee tree (*Coffea arabica* L.) is a culture of extreme importance in the Brazilian economy. One of the main concerns with the implantation of the culture is the quality of the seedlings taken to the field. One of the biggest deficiencies of our soils is the nutrient phosphorus. The objective of this study was to evaluate the initial growth of arabica coffee seedlings in relation to time and phosphorus doses. The study was developed in a greenhouse at the Federal University of Paraíba, Areia-PB. The experiment was set up with coffee seedlings in polyethylene bags under a completely randomized design considering the time with monthly evaluations during six months and the doses of phosphorus (0, 0.3, 0.6 and 0.9 g.dm<sup>-3</sup>). It was evaluated plant height, diameter at ground level, number of leaves, length and width of leaves, and fresh and root and shoot dry. The plant height, diameter at the soil level, number of leaves and shoot fresh matter showed a maximum value at 180 days after transplantation, in which dose of 0.6 g.dm<sup>-3</sup> provided a better result. The length and width of the leaf showed a maximum value point between 125 and 157 days after transplanting, the highest values being observed at a dose of 0.6 g.dm<sup>-3</sup>. The root length, root fresh matter and root and shoot dry matter showed great point near the dose of 0.6 g.dm<sup>-3</sup>. It is concluded that the dose of 0.6 g of P.dm<sup>-3</sup> presents the highest results for all analyzed variables, and that the 180-day period after transplantation provides the highest values of plant height, diameter at the soil level and number of leaves.

**Keywords:** *Coffea arabica* L., phosphate fertilization, seedling quality, time



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Evolução da altura de mudas de cafeeiro sob a influência de crescentes doses de fósforo.....	16
<b>Figura 2.</b> Evolução do diâmetro do caule ao nível do solo de mudas de cafeeiro sob a influência de doses de fósforo. ....	17
<b>Figura 3.</b> Evolução do número de folhas de mudas de cafeeiro sob a influência de doses de fósforo.....	18
<b>Figura 4.</b> Evolução do comprimento de folhas de mudas de cafeeiro sob a influência de doses de fósforo.....	19
<b>Figura 5.</b> Evolução da largura de folhas de mudas de cafeeiro sob a influência de doses de fósforo.....	20
<b>Figura 6.</b> Comprimento da raiz aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo.....	21
<b>Figura 7.</b> Matéria fresca da raiz aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo.....	21
<b>Figura 8.</b> Matéria seca da raiz aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo.....	22
<b>Figura 9.</b> Matéria fresca da parte aérea aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo. ....	23
<b>Figura 10.</b> Matéria seca da parte aérea aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo. ....	23

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	11
2.1. Importância socioeconômica da cultura do café .....	11
2.2. Produção de mudas .....	12
2.3. O nutriente fósforo .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	14
3.1. Local do experimento .....	14
3.2. Material vegetal .....	14
3.3. Instalação do experimento .....	14
3.4. Delineamento Experimental.....	14
3.5. Variáveis analisadas.....	15
3.6. Análise estatística.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
5. CONCLUSÃO .....	25
6. REFERÊNCIAS .....	26

## 1. INTRODUÇÃO

A importância da cafeicultura brasileira pode ser visualizada pelo volume de produção, pelo consumo interno, pela sua participação na pauta de exportação e capacidade de geração de emprego e de renda na economia. O Brasil, atualmente, é o principal exportador e responde por mais de um terço de toda a produção mundial (TATAGIBA et al., 2010).

Um dos fatores que afetam o desenvolvimento do cafeeiro é a qualidade da muda, de fundamental importância no sucesso de uma lavoura cafeeira, influenciada pelo volume do recipiente, substrato utilizado e pela disponibilidade de água (AZEVEDO et al., 2014). Alguns cafeicultores, visando melhorar a adaptação das mudas às condições de campo e economizar na estrutura para o viveiro, optam pela formação a pleno sol (ALVES e GUIMARÃES, 2010). A adoção da formação de mudas nessas condições pode acarretar, na maioria das vezes, danos irreparáveis, comprometendo sua qualidade fisiológica (HENRIQUE et al, 2011).

Os nutrientes a serem fornecidos às mudas devem ser disponibilizados de acordo com a necessidade das mesmas, durante o período de cinco meses que é necessário à sua formação (MARANA et al., 2008). O fósforo é um dos nutrientes que mais limitam o crescimento das plantas, principalmente na fase de mudas, que apresentam sistema radicular pouco desenvolvido, sendo normal o nível crítico do nutriente em solo ser maior para mudas do que para plantas em produção (CARMO et al., 2014). O efeito benéfico do fósforo no desenvolvimento das plantas depende da quantidade de nitrogênio disponível para a planta, além da dose adequada desse nutriente (PRADO, 2008; SANTINATO et al., 2014).

Além da dose, as plantas são afetadas pelas fontes de P, que se diferenciam em razão de suas solubilidades, composições químicas, da influência que exercem sobre as características do solo, principalmente sobre o pH e sobre os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , S-sulfato e de micronutrientes (CARMO et al., 2014).

No entanto, a deficiência de fósforo provoca distúrbios imediatos no metabolismo e desenvolvimento de plantas. A maior disponibilidade de fósforo no solo em relação ao recomendado promove maior disponibilidade de energia como níveis de carboidratos, refletindo um melhor crescimento de plantas (SILVA et al., 2010; SANTINATO et al., 2014).

Objetivou-se, neste estudo, avaliar o crescimento inicial de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) em relação ao tempo e crescentes doses de fósforo, sob condições de casa de vegetação.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. Importância socioeconômica da cultura do café**

O cafeeiro (*Coffea sp.*) é um arbusto da família Rubiaceae e do gênero *Coffea* L., da qual se conhecem 103 espécies, destacando-se a espécie *Coffea arábica* L. A planta de café é originária da Etiópia, centro da África, onde ainda hoje faz parte da vegetação natural, chegando à Europa no século XV, sendo a Arábia a responsável pela propagação da cultura do café (OLIVEIRA et al., 2012).

O café chegou ao norte do Brasil, mais precisamente em Belém, em 1727, trazido da Guiana Francesa para o Brasil pelo Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta a pedido do governador do Maranhão e Grão Pará, que o enviara às Guianas com essa missão. Já naquela época o café possuía grande valor comercial (ABIC 2008).

O Brasil tem condições climáticas que favorecem o cultivo do café em 15 regiões produtoras. Essa diversidade garante cafés variados de Norte a Sul do País. Diante de diversos climas, altitudes e tipos de solo, os produtores brasileiros obtêm variados padrões de qualidades e aromas, entre as duas espécies cultivadas, café arábica e o café robusta, os quais apresentam uma grande variedade de linhagens (EMBRAPA, 2015).

O café é hoje o segundo maior gerador de riquezas do planeta, perdendo apenas para o petróleo, e o Brasil sendo o maior produtor e principal exportador. Nos últimos anos, a redução da cota da exportação do produto provocou a necessidade de maior qualidade e redução de custos, para atender à demanda de consumidores cada vez mais exigentes (TATAGIBA et al., 2010).

O Brasil, em 2015, manteve sua posição de maior produtor e exportador mundial de café e de segundo maior consumidor do produto. A safra alcançou 43,24 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado. O cultivo majoritariamente está presente nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia, Paraná e Goiás, que correspondem a cerca de 98,65% da produção nacional. Outros Estados produtores respondem por 1,35% da safra: Acre, Ceará, Pernambuco, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Pará, Mato Grosso e Rio de Janeiro. A produção de café arábica foi de 32,05 milhões de sacas e de 11,19 milhões de café conilon, com uma área plantada de 2,25 milhões de hectares e uma produtividade estimada de 22,49 sacas por hectare, de acordo com a (CONAB, 2015).

De janeiro a dezembro de 2015, o café representou 7% das exportações do agronegócio brasileiro, ocupando a 5ª posição no ranking, com receita de US\$ 6,16 bilhões, o equivalente a

37,1 milhões de sacas de 60 kg. Os principais destinos foram os Estados Unidos, Alemanha, Itália, Japão e Bélgica (MAPA, 2015).

## **2.2. Produção de mudas**

A formação de mudas constitui-se numa etapa crucial do processo de produção e pode possibilitar aos agricultores a obtenção, em viveiro, de plantas com melhor performance para suportar as condições adversas de campo (BARBOSA, 2003; SOUZA et al., 2007).

Para produção de mudas de cafeeiro com qualidade superior, certamente a fertilização do substrato é um dos mais importantes fatores pois, além de promover o crescimento e o desenvolvimento das mudas no viveiro, poderá influenciar no seu estabelecimento no campo (POZZA et al., 2002). Expressivos aumentos no crescimento e qualidade de mudas podem ser alcançados através da fertilização mineral, com reflexos no melhor desenvolvimento, na precocidade e na maior sobrevivência em campo (SOUZA et al., 2007).

A avaliação da qualidade da muda pode ser uma ferramenta para identificar se está sendo conduzida de maneira adequada, isto é, se as mudas encontram-se sadias, com o máximo potencial para sobrevivência e posterior desenvolvimento no campo (MARANA et al., 2008). Considerando-se que o café é uma cultura perene, a obtenção de mudas de boa qualidade é de fundamental importância no estabelecimento da lavoura cafeeira. Mudas sadias e bem desenvolvidas constituem, sem dúvida, um dos fatores básicos para o sucesso na formação de novas lavouras (TATAGIBA et al., 2010).

Em Minas Gerais, a produção de mudas em sacolas plásticas representa grande parte do total de mudas de cafeeiro produzidas, por apresentar baixo custo inicial, em relação ao uso de tubetes, facilidade na obtenção do substrato e ser um sistema de produção amplamente difundido, em todas as regiões cafeeiras (LEMOS et al., 2015). Apesar de existir certa tendência para o uso do tubete, as mudas produzidas em saquinhos ainda continuam sendo as mais utilizadas e, dentre os fatores que interferem na produção de mudas de qualidade, a nutrição é um dos mais importantes.

## **2.3. O nutriente fósforo**

Os substratos para produção de mudas de café são geralmente constituídos por amostras de solo suplementadas com compostos orgânicos e fertilizantes minerais. Um dos nutrientes importantes para o café é o fósforo, porque provoca um aumento no desenvolvimento da raiz e vigor da planta para garantir a formação de culturas com alta produtividade e baixas taxas de replantio (SANTINATO et al., 2014).

O fósforo é um dos principais macronutrientes essenciais à vida das plantas. Segundo Oliveira et al. (1982), trata-se do elemento mais usado em adubações das culturas, além de ser o que mais tem recebido atenção da pesquisa nas últimas décadas. Além de promover a formação e o crescimento prematuro de raízes, melhora a eficiência no uso da água, e quando em alto nível no solo, ajuda a manter a absorção deste pelas plântulas, mesmo sob condições de alta tensão de umidade do solo (SOUZA et al., 2007).

Os fertilizantes fosfatados podem ser classificados em reativos ou de baixa solubilidade, sendo que as fontes solúveis são as mais utilizadas, principalmente para mudas, devido à pronta disponibilidade do P para as plantas (CARMO et al., 2014). Os fosfatos naturais são provenientes de rochas fosfáticas moídas, que podem ou não passar por processos físicos de concentração. A maioria dos fosfatos naturais brasileiros possui baixa solubilidade de P em água e reduzida eficiência agronômica, razão porque se mostra dependente da cultura, pH da rizosfera e do solo, dose aplicada e forma de aplicação/localização do adubo e do requerimento de cálcio pelas plantas (NUNES, 2007; SILVA et al., 2009; CARMO et al., 2014).

O conteúdo de P no cafeeiro é relativamente pequeno, entretanto, utilizam-se doses excessivas de fertilizantes fosfatados nas covas e nos sulcos de plantio no início de seu desenvolvimento. As mudas parecem ser pouco eficientes na absorção de P, por apresentar sistema radicular reduzido e, ou por ter pequena capacidade de absorver esse nutriente. A disponibilidade de P é reduzida pela fixação ao ferro, ao alumínio e ao cálcio que insolubilizam o P, reduzindo sua difusão até as raízes (POZZA et al., 2002). A marcante resposta das plantas à nutrição fosfatada no estágio inicial pode estar relacionada ao papel do P na síntese de proteínas, por constituir nucleoproteínas necessárias à divisão celular, atuar no processo de absorção iônica, além de ter grande influência sobre o desenvolvimento do sistema radicular (MALAVOLTA, 1980).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local do experimento**

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Laboratório de Ecologia Vegetal, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia – PB. Com latitude 6° 58' 12" S, longitude 35° 45' 15" W e uma altitude de 577 m, a região tem classificação climática do tipo As', segundo Köppen (1936), com temperaturas medias entre 21 e 26 °C, com medias de umidade de 85%, sendo quente e úmido, com período chuvoso de outono-inverno. O experimento foi realizado no período de 16/12/2013 a 16/05/2014.

#### **3.2. Material vegetal**

Foram utilizadas sementes de café arábica (*Coffea arábica* L.), oriundos dos cafeeiros presentes no campus da universidade. Foi realizada uma limpeza nas sementes. O solo de subsolo utilizado como substrato foi obtido no Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do campus II da UFPB. A fonte do nutriente fósforo (P) utilizada foi superfosfato simples (SPS).

Os frutos foram despulpados e submetidos à retirada da mucilagem através da fermentação natural em tanques com água durante 5 dias. Posteriormente, as sementes foram secas à sombra.

#### **3.3. Instalação do experimento**

As sementes foram colocadas em bandejas com areia lavada para germinarem, e 120 dias após a semeadura as mudas foram transplantadas para os sacos. As mudas foram distribuídas em sacos de polietileno preto com capacidade de 2 litros, contendo apenas solo de subsolo como substrato.

A aplicação dos tratamentos e a fertilização básica do substrato foram feitas misturando os fertilizantes ao substrato em bandejas, nas diferentes doses, com movimentos regulares para homogeneizar a mistura, depois distribuídos nos sacos de polietileno devidamente etiquetados, cuidadosamente para evitar acumulo dos fertilizantes em uma região do saco. Os sacos foram acomodados em uma bancada da casa de vegetação, onde procedeu-se as avaliações.

Foi procedida irrigação inicial, manualmente, com 80% da capacidade de campo do substrato e posteriormente irrigado quando necessário.

#### **3.4. Delineamento Experimental**

O experimento foi conduzido seguindo o delineamento em blocos casualizados (DBC), com os tratamentos distribuídos no esquema de parcelas subdivididas 4x6, correspondente às

doses de P de 0; 0,3; 0,6; 0,9 g de  $P.dm^{-1}$  na parcela principal, e seis meses de avaliação na subparcela.

### **3.5. Variáveis analisadas**

As variáveis avaliadas foram:

- a) Altura das plantas – Determinada com auxílio de régua graduada em milímetros, sendo medido a altura das plantas desde o nível do solo até a gema apical.
- b) Diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) – Determinado com o auxílio de um paquímetro digital, sendo medido ao nível do solo.
- c) Número de folhas – Determinado pela contagem de folhas totalmente expandidas na planta.
- d) Comprimento de folhas – Determinado com auxílio de régua graduada em milímetros, sendo medido, no limbo foliar, a distância entre o fim do pecíolo e a ponta da folha.
- e) Largura de folhas – Determinado com auxílio de régua graduada em milímetros, sendo medido a distância entre as duas bordas laterais da folha no meio da mesma.
- f) Comprimento de raiz aos 180 dias – Determinado com auxílio de régua graduada em milímetros, sendo medido o comprimento da raiz principal, do colo á gema apical da raiz.
- g) Massa da matéria fresca de raiz e parte aérea - O material vegetal foi dividido em raiz (contendo as raízes) e parte aérea (contendo caule e folhas), sendo cortado no colo, imediatamente após a retirada da plântula do solo. O material separado foi pesado em balança com precisão de 0,0001 grama.
- h) Massa da matéria seca de raiz e parte aérea - O material anteriormente separado foi colocado individualmente em sacos de papel devidamente identificados e levado para secagem em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65 °C durante 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado em balança com precisão de 0,0001 grama.

### **3.6. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e de regressão, com o auxílio do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

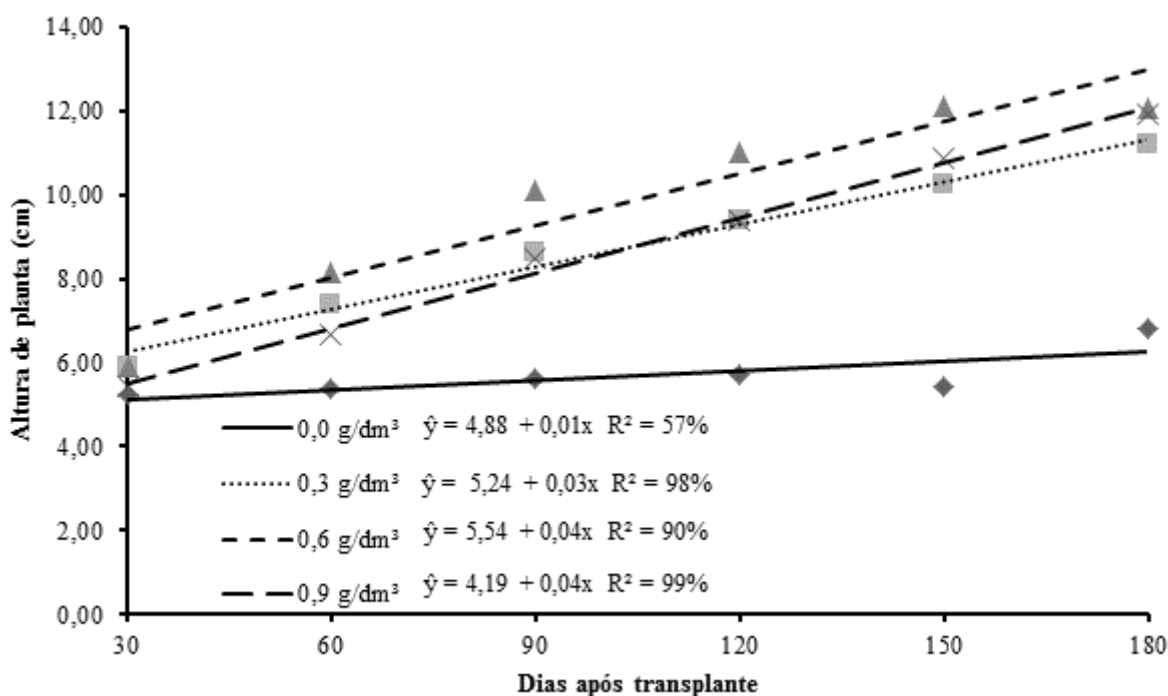


#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis altura de planta, diâmetro do caule ao nível do solo e número de folhas apresentam comportamento linear crescente, enquanto as variáveis comprimento e largura das folhas apresentam comportamento quadrático, em função do tempo.

As variáveis comprimento de raiz, massa da matéria fresca da raiz, massa da matéria seca da raiz e massa da matéria seca da parte aérea apresentam comportamento quadrático, enquanto a variável massa da matéria fresca da parte aérea apresenta comportamento linear crescente, em função das doses de fósforo.

Para a variável altura de plantas, houve crescimento linear independente da dose de fósforo no decorrer do tempo, na qual foi verificado maior altura de plantas aos 180 dias após transplante. Os maiores valores correspondem a 6,68, 10,64, 12,74 e 11,39 cm para as doses de 0,0, 0,3, 0,6 e 0,9 g de  $P.dm^{-3}$ , respectivamente (Figura 1). O maior valor de altura de planta foi encontrado sob influência da dose de 0,6 g de  $P.dm^{-3}$ .

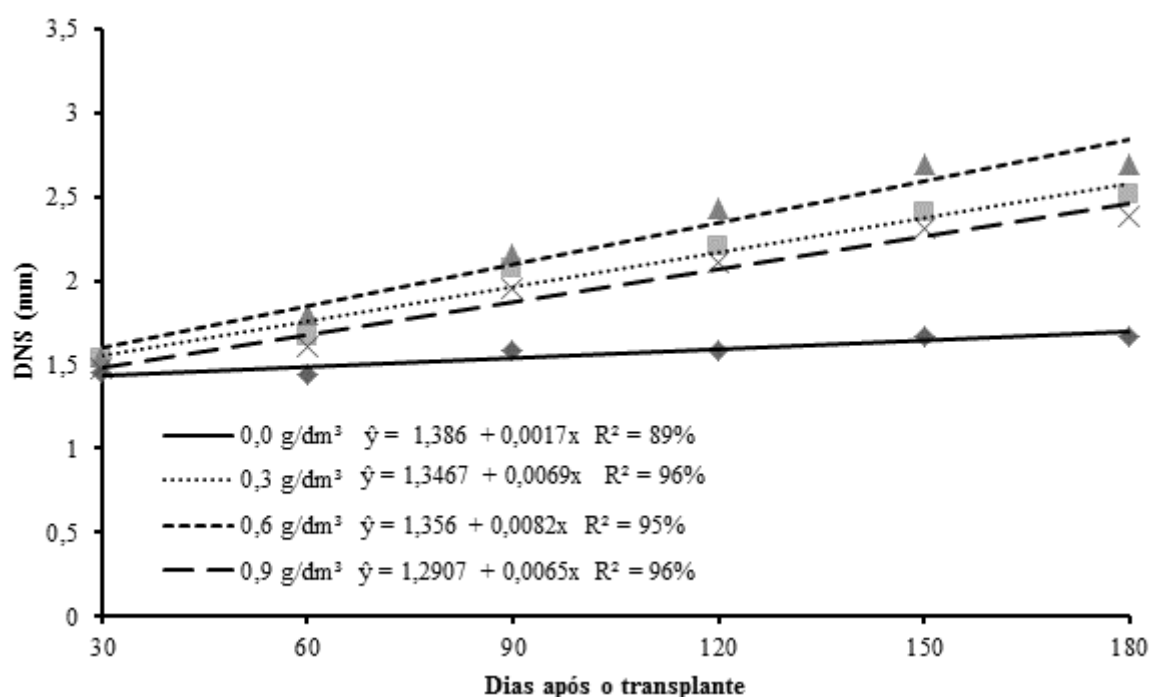


**Figura 1.** Altura de mudas de café sob a influência de doses de fósforo. Areia – PB, 2014.

Tatagiba et al. (2010), em estudos com diferentes níveis de sombreamento, mudas a pleno chegaram à 15 cm de altura ano 120 dias após transplante. No entanto, Marana et al. (2008), avaliando substratos e doses de osmocote obtiveram altura de plantas de 16,05 cm em tubetes aos 150 dias após a semeadura. Contudo, Santinato et al. (2014) verificou crescimento linear da altura da parte aérea de mudas de café até a dose de 1308 mg. $dm^{-3}$  (correspondente a uma dose de 1,3 g. $dm^{-3}$ ), com valor máximo de 18,6 cm, considerando o mesmo tempo de

avaliação, divergindo dos resultados apresentados nesse trabalho que mostram o melhor resultado na dose de  $0,6 \text{ g.dm}^{-3}$ .

Para a variável diâmetro do caule ao nível do solo, também houve crescimento linear independente da dose de fósforo no decorrer do tempo, na qual foi verificado maior altura de plantas aos 180 dias após o transplante. Os maiores valores encontrados foram 1,69, 2,59, 2,83, 2,48 mm para as doses de 0,0, 0,3, 0,6 e 0,9 g de  $\text{P.dm}^{-3}$ , respectivamente (Figura 2). O maior valor de diâmetro a nível do solo foi encontrado sob influência da dose de 0,6 g de  $\text{P.dm}^{-3}$ , apresentando acréscimo de 108,7%.



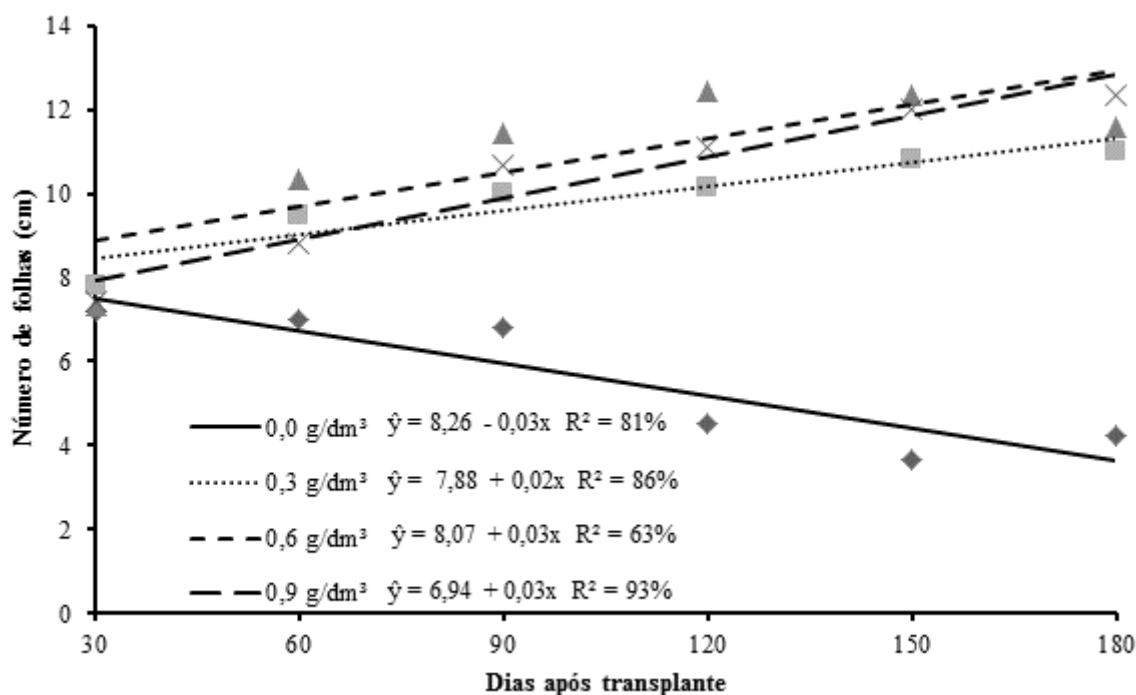
**Figura 2.** Diâmetro do caule ao nível do solo de mudas de cafeeiro sob a influência de doses de fósforo. Areia – PB, 2014.

Utilizando superfosfato simples como fonte de fosforo, Cogo et al. (2012) encontraram valores de diâmetro do caule variando de 1,57 a 1,67 mm em mudas de cafeeiro. Considerando que quanto maior o diâmetro do caule maior a chance de sucesso da muda no campo pela resistência de sua parte aérea, este trabalho apresenta valores superior para esta variável. Também, considerando dose de  $0,6 \text{ g.dm}^{-3}$ , que proporcionou melhor resultado, Santinato et al. (2014) encontraram valor de 2,39 mm de diâmetro do caule, sem a adubação nitrogenada, valor 18% menor que encontrado neste trabalho.

Para a variável número de folhas, houve decréscimo linear na dose de 0,0 g de  $\text{P.dm}^{-3}$  e aumento linear para as demais doses de fósforo no decorrer do tempo, na qual foi verificado

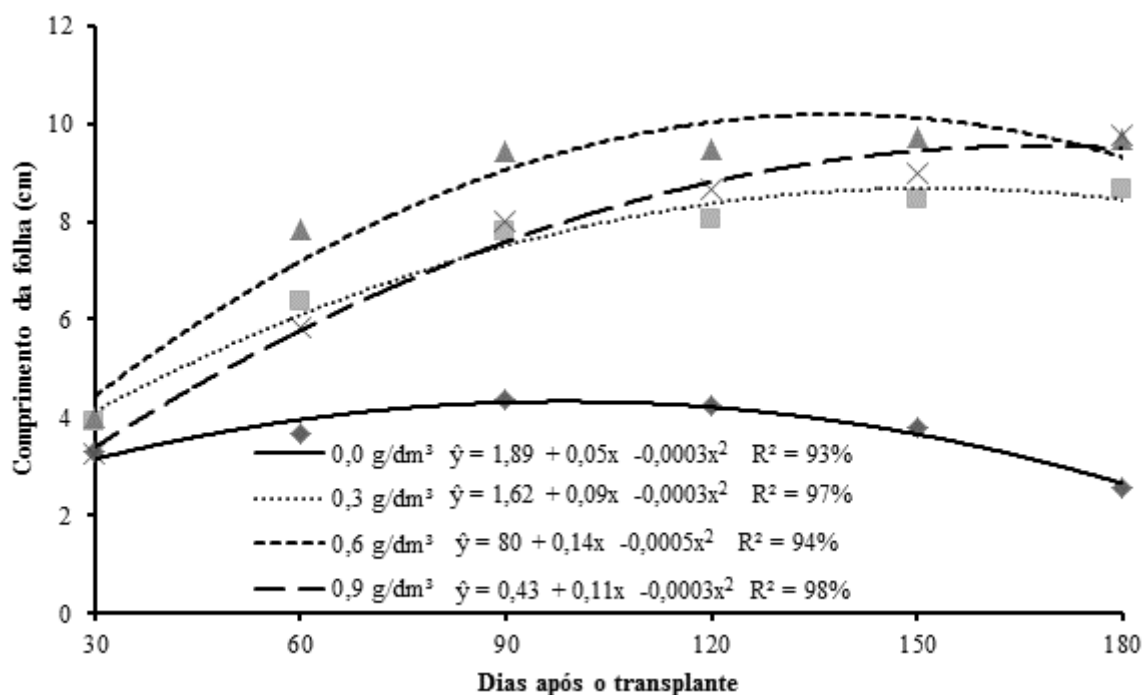
maior número de folhas aos 180 dias após o transplante. Os maiores valores correspondem a 11,48, 13,47 e 12,34 para as doses de 0,3, 0,6 e 0,9 g de  $P.dm^{-3}$ , respectivamente (Figura 3). O maior valor de número de folhas foi encontrado sob influência da dose de 0,6 g de  $P.dm^{-3}$ . Na dose de 0,0 g de  $P.dm^{-3}$ , observa-se o valor mínimo de 2,86 aos 180 dias após transplante.

A ausência do fósforo no substrato possivelmente afetou negativamente a presença de folhas nas mudas de café, sendo observado redução do número de folhas por planta com o decorrer do tempo. Cogo et al. (2012) encontraram valores variando de 3 a 9 folhas em mudas adubadas com superfosfato simples, valores inferiores aos encontrados nesse trabalho, provavelmente devido a presença do fungo *Cercospora coffeicola*. Henrique et al. (2011) encontraram valores médios de 7,4 folhas por plantas em mudas sem adubação.



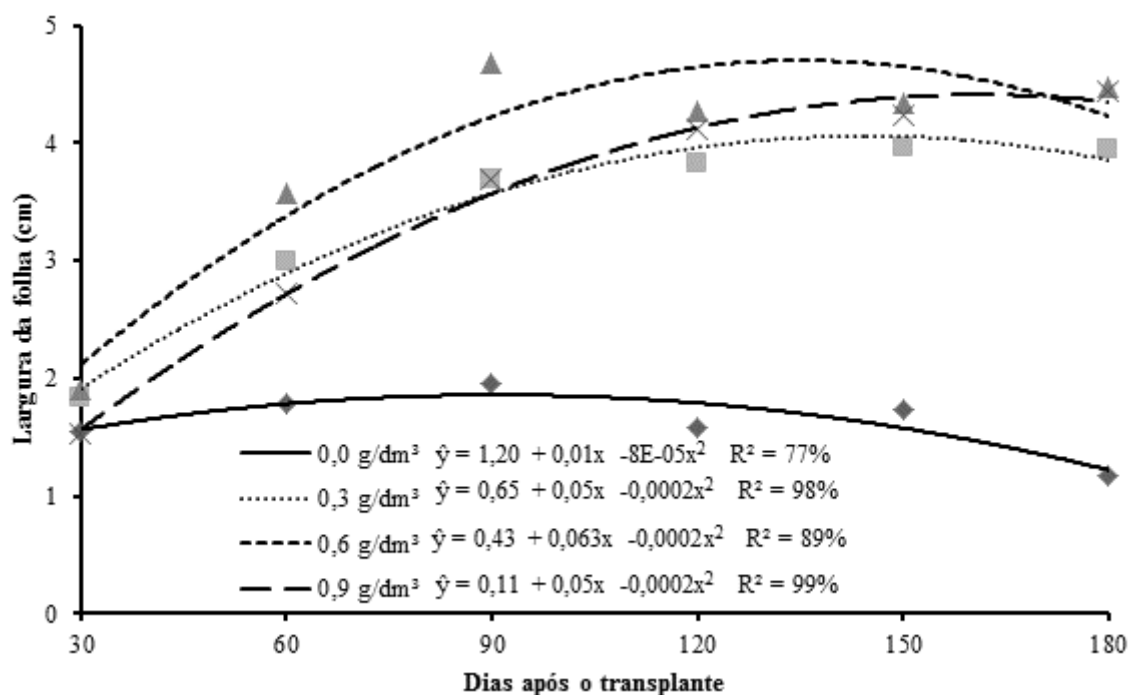
**Figura 3.** Número de folhas de mudas de café sob a influência de doses de fósforo. Areia – PB, 2014.

Os maiores comprimentos da raiz foram verificados aos 83, 150, 140 e 180 dias em função das doses de fósforo (0,0; 0,3; 0,6 e 0,9 g. $dm^{-3}$ ) respectivamente. O maior incremento foi verificado aos 140 na interação com a dose 0,6 g de  $P.dm^{-3}$  (Figura 4).



**Figura 4.** Comprimento de folhas de mudas de cafeeiro sob a influência de doses de fósforo. Areia – PB, 2014.

Para a variável largura de folhas, houve comportamento quadrático independente da dose de fósforo no decorrer do tempo. Para a dose de 0,0 g de P.dm<sup>-3</sup>, observou-se a maior largura de folhas aos 100 dias, com um valor estimado de 1,7 cm. Para a dose de 0,3 g de P.dm<sup>-3</sup>, observou-se a maior largura de folhas aos 125 dias, com um valor estimado de aproximadamente 3,78 cm. Para a dose de 0,6 g de P.dm<sup>-3</sup>, observou-se maior largura das folhas aos 125 dias, com um valor estimado de aproximadamente 5,39 cm. Para a dose de 0,9 g de P.dm<sup>-3</sup>, observou-se a maior largura de folhas aos 158 dias, com um valor estimado de aproximadamente 3,24 cm (Figura 5).

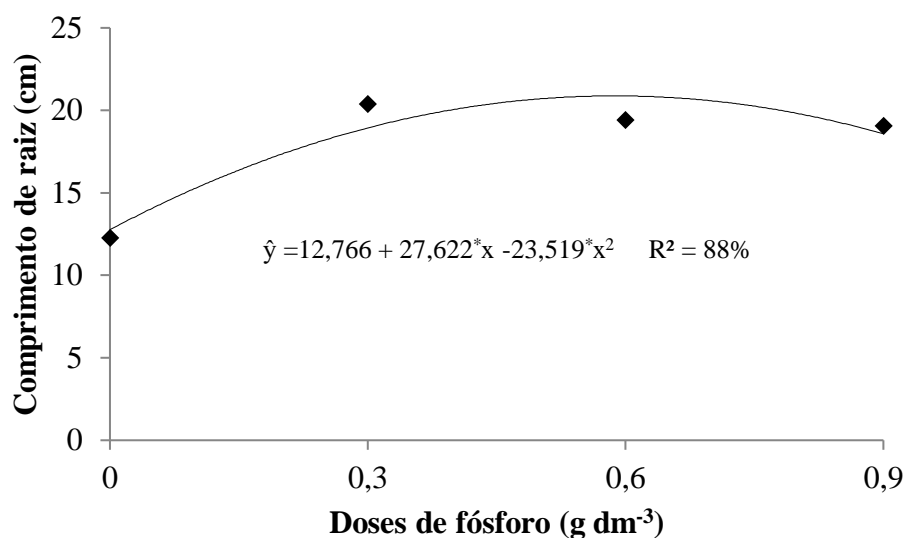


**Figura 5.** Largura de folhas de mudas de café sob a influência de doses de fósforo. Areia – PB, 2014.

As crescentes doses de fósforo, ou outros fatores, podem ter influenciado na redução do comprimento e da largura das folhas após atingirem o ponto máximo. São muitos os fatores que podem influenciar essas variáveis tornando difícil a identificação da causa.

As crescentes doses de fósforo estimularam o acréscimo do comprimento da raiz até a dose ótima (Figura 6). Percebe-se que o maior valor do comprimento da raiz foi encontrado na dose ótima estimada de aproximadamente 0,59 g.dm<sup>-3</sup>, na qual proporcionou comprimento de aproximadamente 20,88 cm, observando-se assim, um acréscimo de 63,52%.

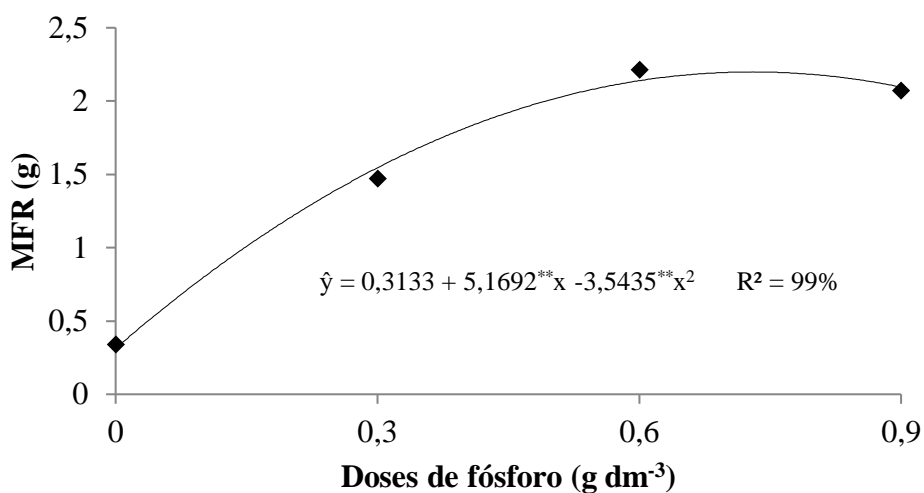
Provavelmente, não houve influencia do tamanho do recipiente da muda de forma a restringir o crescimento da raiz causando enovelamento, já que o mesmo apresenta profundidade de 22 cm, e os maior valor de comprimento de raiz foi inferior.



\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

**Figura 6.** Comprimento da raiz aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo. Areia – PB, 2014.

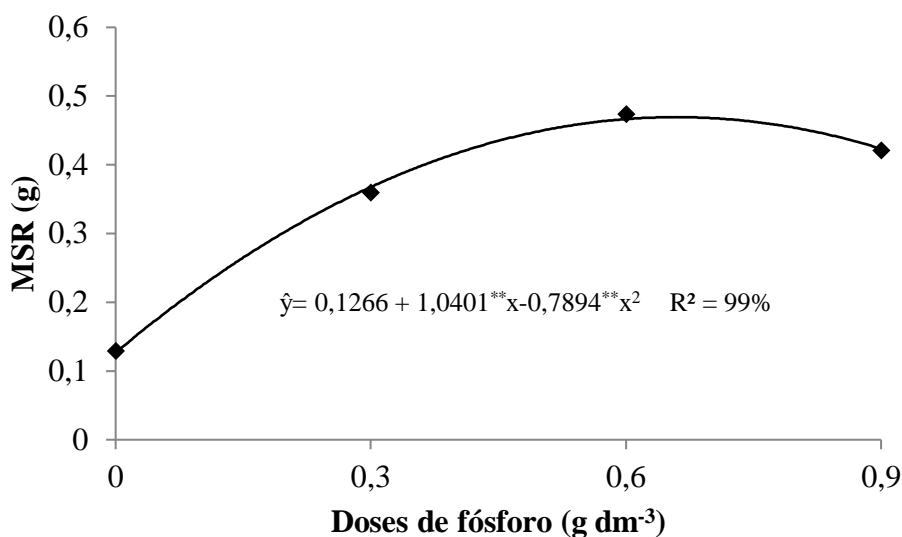
As doses de fósforo estimularam o aumento da massa da matéria fresca da raiz até o ponto ótimo, a partir daí, houve um decréscimo até a dose de 0,9 g.dm<sup>-3</sup> (Figura 7). Ainda pode-se observar, que o maior valor da massa da matéria fresca da raiz foi encontrado na dose derivada de 0,73 g.dm<sup>-3</sup>, na qual proporcionou massa de 2,20 g. Pode-se perceber que houve um aumento de 1,89 g.



\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

**Figura 7.** Massa da matéria fresca da raiz (MFR) aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo.

As crescentes doses de fósforo proporcionaram aumento sobre a massa da matéria seca da raiz até o ponto ótimo (Figura 8). De tal forma que o maior valor da massa da matéria seca da raiz foi encontrado na dose estimada de  $0,66 \text{ g.dm}^{-3}$ , na qual proporcionou massa de  $0,47 \text{ g}$ , apresentando um acréscimo de  $371,28\%$ .

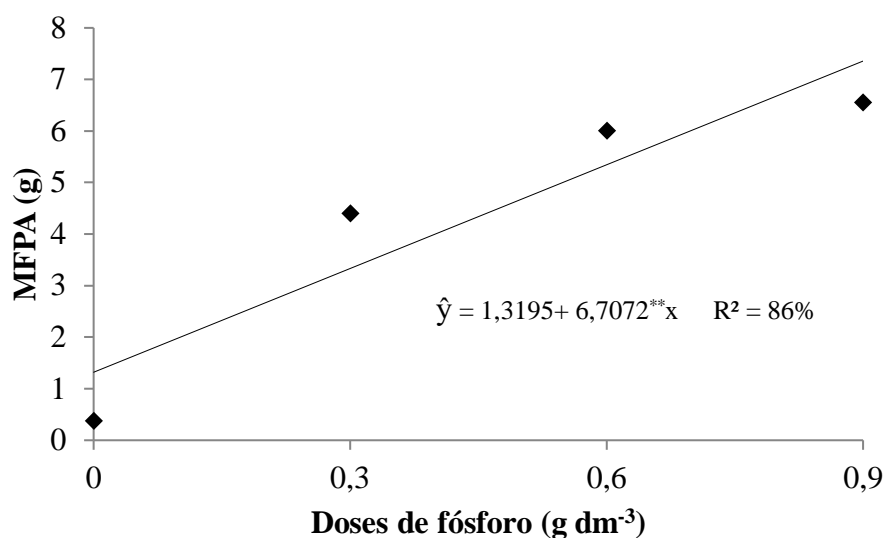


\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

**Figura 8.** Massa da matéria seca da raiz aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo. Areia – PB, 2014.

Avaliando resíduos orgânicos, Cogo et al. (2011) encontraram valores médios de matéria seca da raiz de  $0,55 \text{ g}$ . Considerando a dose ótima, Carmo et al. (2014) encontraram valores médios de  $2,7 \text{ g}$ . Os valores obtidos neste trabalho se mostram inferiores aos dos autores supracitados.

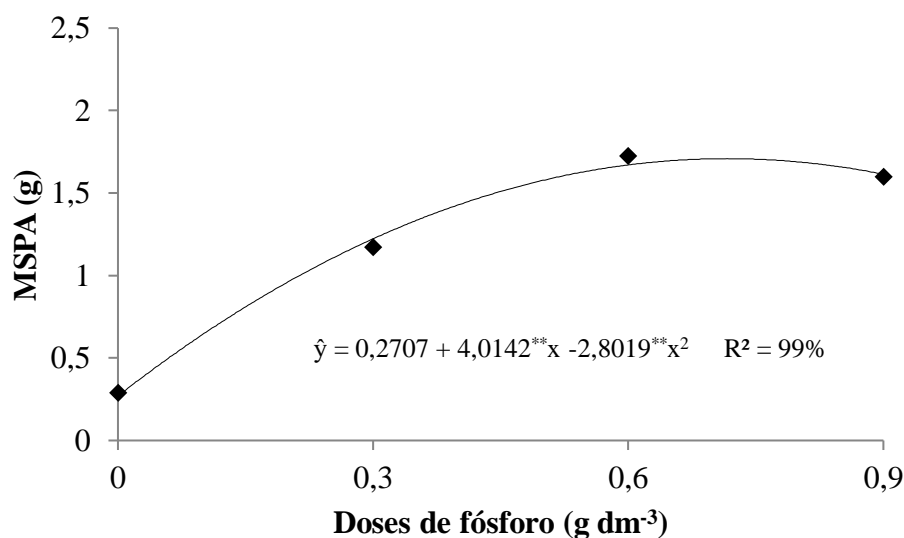
Para a massa da matéria fresca da parte aérea, houve aumento unitário de aproximadamente  $1,32 \text{ g}$  com o aumento das doses de fósforo até o ponto máximo de  $0,9 \text{ g.dm}^{-3}$  (Figura 9). Na qual a dose máxima proporcionou valor de  $7,36 \text{ g}$ , com acréscimo de  $557,78\%$ .



\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

**Figura 9.** Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA) aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo. Areia – PB, 2014.

As doses de fósforo propiciaram o aumento da massa da matéria seca da parte aérea até o ponto ótimo (Figura 10). O maior valor da massa da matéria seca da parte aérea foi encontrado na dose estimada de 0,72 g.dm<sup>-3</sup>, proporcionando massa de 1,71 g. Dessa forma, pode-se constatar acréscimo de 1,44 g. Considerando a dose máxima de fósforo, verifica-se economia de 0,19 g de P.dm<sup>-3</sup>, obtendo-se melhor resultado.



\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

**Figura 10.** Massa da matéria seca da parte aérea aos 180 dias após a semeadura sob a influência de doses de fósforo. Areia – PB, 2014.



Cogo et al. (2012), peso da matéria seca da parte aérea variando de 0,73 a 1,18 g, avaliando doses de superfosfato simples na adubação fosfatada de mudas de cafeeiro. Neste trabalho podemos verificar o valor máximo estimado de 1,71 g, sendo 44,9% maior que o citado.

Santinato et al (2014) encontraram valores crescentes de massa seca total até a dose de 1308 mg de  $P.dm^{-3}$ , sendo está estimada em 5,36 g. Somando-se as massas secas de raiz e parte aérea obtêm-se 2,18 g de massa seca total, valor 50% inferior ao trabalho citado.

## **5. CONCLUSÃO**

O maior crescimento das mudas de cafeeiro foi obtido com doses de P variando entre 0,59 a 0,73 g.dm<sup>-3</sup>.

Aos 180 dias após transplante, foram verificados os maiores valores de altura de planta, diâmetro do caule ao nível do solo e número de folhas.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALVES, J. D.; GUIMARÃES, R. J. Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**. Editora UFLA, Lavras: UFLA, 2010. p. 169-215.
- AZEVEDO, J. M., REIS, E. F., TOMAZ, M. A., GARCIA, G. O., NOGUEIRA, N. O., DARDENGO, M. C. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café *Conilon* sob irrigação e hidrorretentor. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, 2014.
- CARMO, D. L., TAKAHASHI, H. Y. U., SILVA, C. A., GUIMARÃES, P. T. G. Crescimento de mudas de cafeeiro recém-plantadas: efeito de fontes e doses de fósforo. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 196-206, 2014.
- COGO, F. D.; ALMEIDA, S. L. S.; VIEIRA, R. J.; LOPES, F. A. B.; CAMPOS, K. A.; RAMALHO, A. Crescimento de mudas de diferentes cultivares de cafeeiro em função da fertilização orgânica do substrato. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, vol.7, n.12; 2011.
- COGO, F. D.; SILVA, É. A; CAMPOS, K. A. Formação de mudas de cafeeiro sob doses crescentes de fósforo. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, vol.8, n.14; 2012.
- HENRIQUE, P. C., ALVES, J. D., GOULART, P. D. F. P., LIVRAMENTO, D. E., SANTOS, M. O., SOUZA, K. R. D., SILVEIRA, H. R. O. Crescimento de mudas de café sob malhas coloridas. **In.: Anais...**, VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 2011.
- LEMO, V. T., FRANÇA, A. C., SILVA, E. B., MARINHO, R. L. S., FRANCO, M. H. R., AVELLAR, M., CARVALHO, G. R. Ácido cítrico e fósforo no desenvolvimento e estado nutricional de mudas de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 298-308, 2015.
- MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, É. P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.39-45, jan-fev, 2008.
- POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. Suprimento de fósforo na produção e intensidade da cercosporiose de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. v.26, n.5, p.970-976, set./out., 2002.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 407 p.

SANTINATO, F., CAIONE, G., TAVARES, T. O., PRADO, R. D. M. Doses of phosphorus associated with nitrogen on development of coffee seedlings. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 419-426, 2014.

SILVA, L. D., MARCHIORI, P. E. R., MACIEL, C. P., MACHADO, E. C., RIBEIRO, R. V. Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p. 965-972, set. 2010.

SOUZA, H. A., PIO, R., CHAGAS, E. A., RODRIGUES, J. M., RODRIGUES, H. C. A., RAMOS, J. D. Doses de nitrogênio e fósforo na formação de mudas de tamarindo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 1, 2007.

TATAGIBA, S. D., PEZZOPANE, J. E. M., REIS, E. F. Crescimento vegetativo de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 251-261, 2010.